

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

REC'D 2.7 MAY 2003

WIPO PCT

**Aktenzeichen:**

102 05 773.7

**Anmeldetag:**

19. Januar 2002

**Anmelder/Inhaber:**

PVT Probenverteiltechnik GmbH, Waiblingen/DE

**Bezeichnung:**Verfahren und Vorrichtung zur Analyse von Körper-  
flüssigkeiten**IPC:**

G 01 N 33/48

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

Patentanwältin  
Dr. rer. nat. Martina Winter  
Dipl.-Chem.  
European Patent Attorney  
European Trademark Attorney

ML

Anwaltsakte P 501 003

23.12.2001

Anmelder:

PVT Probenverteiltechnik GmbH  
Maybachstr. 30  
71332 Waiblingen

PATENTANMELDUNG

Titel: Verfahren und Vorrichtung zur Analyse von Körperflüssigkeiten

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Analyse von Körperflüssigkeiten.

Vor der Analyse von Körperflüssigkeit, wie Blutserum oder Blutplasma, werden zentrifugierte Proben von Körperflüssigkeit daraufhin untersucht, ob sie „gut“, d.h. für die Analyse tauglich sind oder ob sie aufgrund von Verunreinigungen oder bestimmter Krankheitsbilder verfärbt oder getrübt sind.

Dies ist bspw. der Fall, wenn sogenannte Clots (Zusammenballungen fester Inhaltsstoffe) in der Blutprobe enthalten sind oder wenn die Blutproben hämolytisch, lipämisch oder ikterisch sind. Die Erkennung erfolgt gegenwärtig in manueller Weise durch visuelle Inaugenscheinnahme der Proben, bevor dieselben weiterverarbeitet werden. Diese Vorgehensweise ist zeitaufwendig und arbeitsintensiv, sie führt zu Fehlern im nachfolgenden Laborbetrieb und hat Ausfallzeiten von Analysegeräten und zeitaufwendige Nacharbeit zur Folge.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung für die Analyse von Körperflüssigkeiten bereit zu stellen, mit welchen die Qualität der zu analysierenden Körperflüssigkeit sowie ihre Menge zuverlässig bestimmbar ist.

Die Lösung besteht in einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie in einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs. Erfindungsgemäß ist also vorgesehen, dass zur Bestimmung der Qualität und der Menge der Körperflüssigkeit mittels eines Bildaufnahmegeräts ein Bild der zu analysierenden Körperflüssigkeit aufgenommen und mittels einer Bildverarbeitungssoftware ausgewertet wird. Damit ist eine zuverlässige, schnelle und selbsttätige maschinelle Bestimmung der Qualität und Menge der zu analysierenden Körperflüssigkeit möglich. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt eine wesentliche Automatisierung und Rationalisierung der Analyse von Blutproben und damit eine erhebliche Zeit- und Kostenersparnis.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Es ist bspw. von Vorteil, zunächst automatisch Typ und Größe des Behältnisses zu bestimmen. Hierfür kann z. Bsp. mit dem

Bildaufnahmegerät ein Bild des Behältnisses hergestellt und mittels einer Auswertesoftware mit gespeicherten Bilddateien bekannter Behältnisse verglichen werden. Falls die Körperflüssigkeit, wie es meistens der Fall sein dürfte, sich in einem Proben- oder Analyseröhrchen befindet, ist es möglich, lediglich Bilder der Kappen dieser Röhrchen herzustellen und mit gespeicherten Bilddateien bekannter Röhrchen zu vergleichen, um Röhrchentyp und Röhrchengröße, bspw. die Röhrchenhöhe zu bestimmen.

Ein Vorteil dieser Bestimmung besteht darin, dass anschließend das Behältnis in eine Position gebracht werden kann, in welcher das Bildaufnahmegerät die in diesem Behältnis befindliche Körperflüssigkeit möglichst vollständig erfassen und ein entsprechend vollständiges Bild herstellen kann. Das Behältnis wird also so bewegt, dass es möglichst vollständig in dem von der Optik des Bildaufnahmegerätes definierten Bildausschnitt positioniert wird. Diese Bewegung ist bei Proben- bzw. Analyseröhrchen in der Regel eine Hubbewegung, da sich derartige Röhrchen vor allem in ihrer Höhe unterscheiden. Sie müssen daher – je nach Röhrchentyp – unterschiedlich weit angehoben werden, damit die Körperflüssigkeit im Bildausschnitt des Bildaufnahmegeräts positioniert werden kann. Diese Bewegung erfolgt in der Regel mittels einer Steuersoftware, welche die in einer Datei gespeicherten Maße des identifizierten Röhrchentyps übernimmt und damit eine Handhabungsvorrichtung für das Behältnis, bspw. einen Hub-Dreh-Greifer, steuert.

Das Behältnis kann – je nach den Umständen des Einzelfalls – auch auf andere Weise automatisch so bewegt werden, dass ein möglichst vollständiges Bild der Körperflüssigkeit hergestellt werden kann. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das Behältnis eine Abdeckung, bspw. ein Etikett oder eine Beschriftung, aufweist, welche den Blick auf die Körperflüssigkeit behindert. Dann sollte das Behältnis so bewegt werden, dass die Abdeckung sich außerhalb des von der Optik des Bildaufnahmegeräts definierten Bildausschnitts befindet. Eine Möglichkeit, dies zu verwirklichen, besteht bspw. darin, dass zur Erfassung der Abdeckung mittels eines Scanners die Ränder der Abdeckung erfasst und das Behältnis automatisch so bewegt wird, dass die Abdeckung auf der von dem Bildaufnahmegerät abgewandten Seite des Behältnisses liegt. Die vom Scanner, vorzugsweise einem Barcode-Scanner, ermittelten Daten triggern also die Bewegung des Behältnisses. Dies wird in der Regel durch eine Steuersoftware realisiert, welche die vom Scanner ermittelten Daten aufnimmt und damit eine Handhabungsvorrichtung, bspw. einen Hub-Dreh-Greifer, steuert.

Insbesondere dann, wenn es sich bei der Abdeckung um ein Etikett, bspw. mit Proben- und/oder Patientendaten, handelt, ist es von Vorteil, nach der soeben beschriebenen Drehung des Behältnisses die Abdeckung optisch auszublenden, indem der gesamte entsprechende Bereich des Behältnisses ausgeblendet wird. Falls ein weißes Etikett ausgeblendet werden soll, ist hierfür bspw. eine weiße Hintergrundfläche besonders geeignet, die bspw. 15 bis 50 %, vorzugsweise 20 bis 25 % der Fläche des Behältnisses abdeckt.

Mittels des Bildaufnahmeegeräts kann also mindestens ein Bild der Körperflüssigkeit hergestellt werden, das mittels einer Bildverarbeitungssoftware analysiert wird. Je nach Bedarf werden ein oder mehrere Ausschnittbilder hergestellt, die mittels der Bildverarbeitungssoftware zu einem Gesamtbild zusammengesetzt werden. Um die Durchsatzgeschwindigkeit für eine große Anzahl von Proben zu erhöhen, ist es von Vorteil, wenn mittels des Bildaufnahmeegeräts (30) gleichzeitig ein Bild der Körperflüssigkeit in einem ersten Behältnis und ein Bild eines nachfolgenden zweiten Behältnisses zur Bestimmung von Typ und Größe des zweiten Behältnisses hergestellt werden. Dann kann gleichzeitig eine Auswertung des Bildes der Körperflüssigkeit erfolgen und gleichzeitig das nachfolgende Behältnis identifiziert werden, damit es möglichst schnell in eine Position ausgerichtet werden kann, welche die Aufnahme eines möglichst vollständigen Bildes der Körperflüssigkeit ermöglicht.

Zunächst wird vorzugsweise ein Farbbild der Körperflüssigkeit und des Behältnisses hergestellt, da Farbwertunterschiede genauer erfassbar sind als Helligkeitswertunterschiede von Grauwertbildern. Selbstverständlich kann auch ein Grauwertbild hergestellt oder das Farbbild in ein Grauwertbild umgerechnet werden.

Ein bevorzugtes Verfahren zur Erkennung von Typ und Größe des Behältnisses sieht vor, dass mehrere senkrechte Linien in das Bild des Behältnisses gelegt, die Farbwerte bzw. Helligkeitswerte der auf diesen Linien liegenden Bildpunkte erfasst, Farbwert- bzw. Helligkeitswertveränderungen ermittelt und mit Daten bekannter Behältnisse verglichen werden. Auf diese Weise können Typ und Größe des Behältnisses ermittelt werden, wenn die Daten aller bekannten oder zumindest gängigen Behältnisse in einer Datei innerhalb der Bildverarbeitungssoftware gespeichert sind. Anhand der ermittelten Daten für das Behältnis kann dann die Handhabungsvorrichtung gesteuert werden, indem die Daten von der Bildverarbeitungssoftware an die Steuerungssoftware weitergeleitet wer-

den, welche anschließend die Handhabungsvorrichtung so steuert, dass das Behältnis in eine optimalen Position hinsichtlich der Bildaufnahmevorrichtung gebracht wird.

Für den Fall, dass ein Teil einer Abdeckung in den von der Bildverarbeitungsvorrichtung (30) erfassten Bildausschnitt hinein ragt, ist es von Vorteil, wenn ein oder mehrere Ausschnittbilder hergestellt werden, die mittels der Bildverarbeitungssoftware zu einem Gesamtbild zusammengesetzt werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass zur Auswertung des Bildes der Körperflüssigkeit mehrere senkrechte und/oder waagrechte Linien in das Bild der Körperflüssigkeit gelegt, die Farbwerte bzw. Helligkeitswerte der auf diesen Linien liegenden Bildpunkte erfasst, Farbwert- bzw. Helligkeitswertveränderungen ermittelt und Hintergrundbereich und/oder Oberkante der Körperflüssigkeit ermittelt werden. Auf diese Weise kann der Hintergrundbereich rechnerisch aus dem Bild entfernt werden, so dass Speicherplatz und Rechenzeit eingespart werden können.

Zur Identifizierung des Trennmittels und/oder des Blutkuchens in einer zentrifugierten Probe von Körperflüssigkeit kann bspw. jede Bildpunktzeile des Bildes von unten nach oben abgetastet wird und der Übergang von dunklen Farb- oder Helligkeitswerten zu helleren Farb- oder Helligkeitswerten detektiert und als Phasengrenze zwischen Blutkuchen und Trennmittel bzw. Trennmittel und Serum definiert werden. Der ermittelte Bildbereich für den Blutkuchen bzw. das Trennmittel kann wiederum rechnerisch aus dem Bild entfernt werden.

Eine andere Möglichkeit zur Identifizierung von Blutserum und/oder Trennmittel und/oder Blutkuchen ist die Anwendung des sog. „region-grow“-Verfahrens. Dabei werden Regionen von Bildpunkten mit ähnlichen Farbwerten ermittelt und die resultierenden Regionen als Serum, Trennmittel und/oder Blutkuchen definiert. Auch in diesem Fall können die Bildbereiche, die dem Trennmittel und dem Blutkuchen entsprechen, rechnerisch aus dem Bild entfernt werden.

Zur Detektion von Feststoffteilchen im Serum ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die dem Serum entsprechende Region mit gespeicherten Farbwerten von Vergleichsproben verglichen und als „klar“ oder „nicht klar“ klassifiziert werden. Dies ist von Vorteil, da hierzu die gespeicherten Farbwerte verwendet werden können, die bei der Identifizierung des Serumbereichs erhalten werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet auch den Vorteil, dass das Volumens des Blutserums einfach bestimmt werden kann. Dazu werden Ober- und Untergrenze des Serumbereichs automatisch ermittelt, und anhand des Durchmessers des Behältnisses wird das Volumen automatisch errechnet.

Zur eigentlichen Farbanalyse des Serums wird vorgeschlagen, für jeden Bildpunkt den Farbwert festzustellen, mit gespeicherten Farbwerten von klassifizierten Vergleichsproben zu vergleichen und als „gut“ oder „nicht gut“ zu klassifizieren. Vorteilhafterweise wird der Vergleich in einem Farb-raum, vorzugsweise in einem „CIE-Lab“-Raum vorgenommen. Zur Vermeidung von Fehlklassifizierung wird das Serum vorzugsweise dann insgesamt als „gut“ klassifiziert, wenn die Mehrzahl der Bildpunkte als „gut“ klassifiziert wird bzw. insgesamt als „nicht gut“ klassifiziert, wenn die Mehrzahl der Bildpunkte als „nicht gut“ klassifiziert wird.

Anhand der ermittelten Klassifizierung des Serums kann die Handhabungsvorrichtung wiederum so gesteuert werden, dass „gute“ und/oder „klare“ Proben zur weiteren Analyse gegeben und „nicht gute“ und/oder „nicht klare“ Proben aussortiert werden.

Das vorgeschlagene Verfahren benötigt Vergleichsproben zur Auswertung der hergestellten Bilder. Hierzu wird vorgeschlagen, Bilder bekannter Proben herzustellen, in Klassen zu klassifizieren und in Datei/en abzuspeichern. Besonders vorteilhaft ist es, einmal für alle Bilder der einzelnen Klassen Farbmerkmale zu extrahieren. Da dies beliebig oft wiederholt werden kann, kann auf diese Weise die Klassifizierung ergänzt und aktualisiert, und die einzelnen Vergleichsverfahren können verfeinert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Analyse von Körperflüssigkeiten zeichnet sich dadurch aus, dass ein Bildaufnahmegerät vorgesehen und mit einer elektronischen Bildauswertevorrichtung verbunden ist. Hierzu dient vorteilhafterweise mindestens ein Computer, der zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens programmtechnisch eingerichtet ist. Dieser mindestens eine Computer ist bevorzugt in der Vorrichtung integriert. Besonders vorteilhaft ist es, zwei Computer vorzusehen, wobei auf einem Computer die Steuerungssoftware und auf dem anderen Computer die Bildverarbeitungssoftware installiert ist. Diese Software kann selbstverständlich auf einem beliebigen digitalen Speichermedium mit den entsprechenden elektronisch auslesbaren Steuersignalen gespeichert sein, die so mit einem programmierten Computersystem zusammen wirken können, dass das

erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt wird. Für jede Software kann ein eigenes Speichermedium vorgesehen sein.

Die weiteren Merkmale und Vorteile sind der Beschreibung eines in den folgenden Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie den weiteren Unteransprüchen zu entnehmen. Es zeigen:

- Figur 1      das erfindungsgemäße Analysegerät in einer Frontansicht in schematischer, nicht maßstabsgetreuer Darstellung;
- Figur 2      die erfindungsgemäße Anordnung zur Analyse von Körperflüssigkeit in einer Draufsicht in schematischer, nicht maßstabsgetreuer Darstellung;
- Figur 3      die Anordnung gemäß Fig. 2 in Blickrichtung R mit einem in Transportposition befindlichen Behältnis in schematischer, nicht maßstabsgetreuer Darstellung;
- Figur 4      die Anordnung gemäß Fig. 2 in Blickrichtung R mit einem in der Analyseposition befindlichen Behältnis in schematischer, nicht maßstabsgetreuer Darstellung;
- Figur 5      die Anordnung gemäß Fig. 2 mit einer Beleuchtungseinrichtung in einer Draufsicht in schematischer, nicht maßstabsgetreuer Darstellung;
- Figur 6      die Anordnung gemäß Fig. 5 in Blickrichtung S in schematischer, nicht maßstabsgetreuer Darstellung;
- Figur 7      ein mit der erfindungsgemäßen Anordnung verwendetes Behältnis und
- Figur 8      eine Detaildarstellung einer Antireflexplatte in Draufsicht in einer schematischen, nicht maßstabsgerechten Darstellung;
- Figur 9      eine beispielhafte Darstellung der Auswertung des Bildes einer Kappe eines Probenröhrchens;



**Figur 10** eine beispielhafte Darstellung der Auswertung des Bildes eines Behältnisses.

In der Fig. 1 ist ein Gerät 10 zur Analyse von Körperflüssigkeit in seiner Gesamtheit dargestellt. Das Gerät 10 umfasst im wesentlichen einen Schrank 11 zur Aufnahme eines mit einer Steuerungssoftware betriebenen Steuerungsrechners 12 und eines mit einer Bildbearbeitungssoftware betriebenen Bildbearbeitungsrechners 13. Die von den Rechnern 12 und 13 ermittelten Daten werden auf einen Computerbildschirm 14 angezeigt. Auf dem Schrank 11 ist ein Gehäuse 15 angeordnet, das einen lichtreflexfreien Raum 16 umgibt.

Auf einer Seite des Gehäuses 15 ist eine Transportbahn 17 zur Zuführung von in Racks 18 befindlichen Körperflüssigkeit 21 enthaltenden Behältnissen 20 in das Gehäuse 15 vorgesehen. Auf der der Transportbahn 17 gegenüberliegenden Seite des Gehäuses 15 ist eine Transportbahn 19 zum Abtransport von Behältnissen 20 mit analysierter Körperflüssigkeit 21 vorgesehen. Bei der zu analysierenden Körperflüssigkeit 21 kann es sich um Blutserum, Blutplasma oder dergleichen handeln.

Die Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf das offene Gehäuse 15. Die Transportbahnen 17 und 19 sind durch eine quer verlaufende Transportbahn 23 miteinander verbunden. Auf der Transportbahn 23 werden die in den Racks 18 befindlichen Behältnisse 20 nacheinander in eine Analyseposition 22 gebracht.

Der Analyseposition werden Behältnisse 20 mit zentrifugierter Körperflüssigkeit 21 zugeführt, so dass sich, wie in Fig. 7 dargestellt, im oberen Bereich des Behältnisses 20 die Körperflüssigkeit 21, beispielsweise Blutserum, im mittleren Bereich ein Trennmittel 25 und im unteren Bereich ein Blutkuchen 26 befindet. Das Behältnis 20 ist mit einer Kappe 24 verschlossen. Im Bereich der Körperflüssigkeit 21 ist ein Etikett 27 aufgeklebt, dessen sich gegenüberliegende Endkanten 28 einen Abstand von mindestens 6,5 Millimeter voneinander aufweisen, der ein Fenster 52 für eine freie Sicht auf die Körperflüssigkeit 21 zulässt.

Der lichtreflexfreie Raum 16 ist beispielsweise mit mattschwarze Oberflächen aufweisende Innenwände ausgestattet. In dem lichtreflexfreien Raum 16 sind ein Bildaufnahmegerät 30 und ein Scanner 29 untergebracht, wobei das Bildaufnahmegerät 30 auf das die Körperflüssigkeit 21 ent-

haltende Behältnis 20 ausgerichtet und fokussiert ist, während der Scanner 29 auf das Etikett 27 ausgerichtet und fokussiert ist.

Das Bildaufnahmegerät 30 kann auch außerhalb des Raums 16 angeordnet sein, dann ist jedoch eine lichtdichte Öffnung 31 für den Durchtritt des Objektivs 32 des Bildaufnahmegeräts 30 in einer Wand 33 des Raums 16 ausgebildet (wie die Fig. 3, 4 und 5 zeigen). Das Bildaufnahmegerät 30 kann eine Stehbildkamera, eine Farbbildkamera, eine Videokamera, eine Spektralkamera oder dergleichen sein. Bevorzugt ist eine Farbbildkamera, bspw. eine 3CCD-Videokamera. Die Einstellungen der Farbkamera wie Scharfstellung, Weißabgleich, Blendeneinstellung, Aufhellung können, je nach Geometrie der erfindungsgemäßen Anordnung, fest voreingestellt sein. Sie können aber auch anhand der Bildauswertungssoftware nachjustiert werden, wenn die von der Bildauswertungssoftware zur Steuerungssoftware gemeldeten Daten (siehe dazu weiter unten) in Bezug auf die im Rechner 13 gespeicherten Vergleichsdaten von verminderter Qualität sind. Die Verknüpfung zwischen dem Bildaufnahmegerät 30, bspw. einer solchen 3CCD-Videokamera, und dem Bildauswerterechner 13 bedingt eine Umwandlung des von dem Bildaufnahmegerät 30 erstellten Farbsignals in Form eines analogen Spannungssignals in einen digitalen Wert, der von dem Rechner 13 verarbeitet werden kann. Dies kann bspw. über einen an sich bekannten sog. „Framegrabber“ oder „Firewire“ erfolgen. Diese Einrichtungen können auch in das Bildaufnahmegerät 30 integriert sein, so dass dieses direkt an den Rechner 13 angeschlossen werden kann.

Das Bildaufnahmegerät 30 ist auf einem verstellbaren Gestell 34 befestigt, und es ist mit seiner optischen Achse 54 in seiner vertikalen Ausrichtung gegenüber dem senkrecht angeordneten Behältnis 20 um einen spitzen Winkel  $\alpha$  von etwa 5 Winkelgraden geneigt. Mit dieser Maßnahme kann eine vergleichsweise reflexfreie Aufnahme von dem zylinderförmigen Behältnis 20 bzw. der darin befindlichen Körperflüssigkeit 21 gemacht werden. Dabei verläuft die optische Achse 54 des Bildaufnahmegeräts 30 in einer vertikalen Ebene, die senkrecht zur Linie A liegt, wobei die Linie B in dieser vertikalen Ebene liegt.

Oberhalb und mittig zur Analyseposition 22 ist ein Hub-Dreh-Greifer 35 angeordnet, dessen hydraulischer Antrieb durch den Steuerungsrechner 12 gesteuert wird. Der Hub-Dreh-Greifer 35 erfasst ein im Rack 18 befindliches Behältnis 20 und hebt es in die Analyseposition 22 und senkt es nach erfolgter Aufnahme durch das Bildaufnahmegerät 30 wieder in das Rack 18 ab.

Eine horizontal hin und her bewegbare Antireflexplatte 36 liegt während einer Aufnahme durch das Bildaufnahmegerät an der demselben abgewandten Seite an, um bei der Aufnahme die auf dem Etikett gedruckten Zeichen, wie beispielsweise einen Barcode, auszublenden. Von dem Absenken eines analysierten Behältnisses 20 durch den Hub-Dreh-Greifer 35 bewegt sich die Antireflexplatte 36 auf Führungsbolzen 44 weg vom Behältnis 20, um Platz für den Hub-Dreh-Greifer 35 zu machen.

In der Fig. 8 ist in einer Draufsicht die Antireflexplatte 36 dargestellt. Sie ist mit einer dem Behältnis 20 zugekehrten weißen, vorzugsweise schmutzabweisenden Oberfläche versehen, in der eine der Außenform des Behältnisses 20 angepasste konkave Einsenkung 37 eingearbeitet ist. Diese Einsenkung 37 geht zu beiden Seiten über Abrundungen 38 und 39 in ebene Flächen 40 und 41 über. Die ebenen Flächen enden in vertikal angeordneten scharfen Kanten 42 und 43, die als Messkanten dienen. Mit der Antireflexplatte 36 werden etwa 15 bis 50 %, vorzugsweise 20 bis 25 % der Fläche des Behältnisses 20 abgedeckt, so dass Etiketten verschiedener Größen zuverlässig ausgeblendet werden.

In dem lichtreflexfreien Raum 16 ist schließlich eine Beleuchtungseinrichtung 45 vorgesehen, die während des Analysevorgangs eines mit Körperflüssigkeit gefüllten Behältnisses 20 dasselbe und die darin befindliche Körperflüssigkeit 21 möglichst reflexfrei ausleuchtet.

Eine umfangreiche empirische Ermittlung hat ergeben, dass die nachfolgend beschriebene Anordnung von Lampen eine vergleichsweise reflexfreie Ausleuchtung ergibt.

Die Beleuchtungseinrichtung 45 ist oberhalb eines in der Analyseposition 22 befindlichen Behältnisses 20 angeordnet und umfasst drei Lampen 46, 47 und 48. Dabei sind zu beiden Seiten des in der Analyseposition 22 befindlichen Behältnisses 20 jeweils eine seitliche Lampe 46 und 47 angeordnet, derart, dass die Mittelpunkte 49 und 50 beider Lampen 46 bzw. 47 und der Mittelpunkt 51 des Behältnisses 20 auf einer geraden Linie A liegen und dass eine weitere mittlere Lampe 48 vorgesehen ist, derart, dass die Mittelpunkte 53 und 51 dieser mittleren Lampe 48 und des Behältnisses 20 ebenfalls auf einer geraden Linie B liegen, die senkrecht zur Linie A verläuft.

Hinzu kommt, dass die drei Lampen 46, 47 und 48 von dem in der Analyseposition befindlichen Behältnis 22 den gleichen horizontalen Abstand aufweisen, der beispielsweise beim Ausführungsbeispiel sechzig Millimeter beträgt. Ferner ist die vertikale Höhe der zu beiden Seiten des in der Analyseposition 22 befindlichen Behältnisses 20 angeordneten seitlichen Lampen 46 und 47 größer bemessen als die vertikale Höhe der mittleren Lampe 48. Beim Ausführungsbeispiel beträgt dieser Unterschied sechzehn Millimeter.

Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Anordnung ist folgende:

Hat ein mit Behältnissen 20 gefülltes Rack 18 mit dem ersten Behältnis 20 die Analyseposition erreicht, wird mittels des Bildaufnahmegeräts 30 die Form der das Behältnis 20 verschließende Kappe 24 und damit der Hersteller des Behältnisses 20 festgestellt.

Dann hebt der Hub-Dreh-Greifer 45 in die Analyseposition 22, dreht aufgrund der vom Scanner 29 ermittelten Endkanten 28 des Etiketts 27 das Behältnis in eine aufnahmebereite Lage in der das Fenster 52 dem Bildaufnahmegerät 30 zugekehrt ist. Während mittels des Bildaufnahmegeräts 30 eine oder mehrere Aufnahmen von der Körperflüssigkeit 21 gemacht werden, wird gleichzeitig die Form der Kappe 24 des nachfolgenden Behältnisses erfasst. Das Behältnis 20 mit der analysierten Körperflüssigkeit 21 wird wieder in das Rack 18 abgesenkt, das Rack 18 wird bis zum nachfolgenden Behältnis 20 befördert und dasselbe dann von Hub-Dreh-Greifer 45 an der Kappe 24 erfasst und die Analyseposition 22 bewegt und aufnahmebereit ausgerichtet.

Die eigentliche Bildauswertung erfolgt folgendermaßen:

Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit einer Steuersoftware und einer Bildverarbeitungssoftware durchgeführt werden. Beide Softwarepakete sind im Ausführungsbeispiel auf verschiedenen Rechnern (12,13) installiert. Die Steuersoftware dient dazu, das Behältnis 20 in eine im Verhältnis zum Bildaufnahmegerät günstige Position zu bringen, also konkret, zur Steuerung der Bewegung der Handhabungsvorrichtung. Die Bildverarbeitungssoftware ist im Ausführungsbeispiel der Steuerungssoftware hierarchisch untergeordnet (sog. „slave“).

Zur Identifizierung des Behältnisses 20 erhält die Bildverarbeitungssoftware von der Steuerungssoftware zunächst den Befehl, ein Bild des Behältnisses bzw. der Kappe des Röhrchens, aufzunehmen, auszuwerten und die resultierenden Daten an die Steuerungssoftware zurück zu melden. Das Bildaufnahmegerät 30, im Ausführungsbeispiel eine Farbbildkamera, erstellt ein Bild der Kappe. Dieses Farbbild kann direkt weiter verarbeitet oder in ein Grauwertbild umgerechnet werden.

Zur Weiterverarbeitung des Bildes werden die Farbwerte (im Falle eines Farbbildes) oder die Helligkeitswerte (im Falle eines Grauwertbildes) von senkrecht untereinander liegenden Bildpunkten ausgewertet. Dies ist schematisch in Figur 9 anhand der Abbildung zweier gängiger Kappentypen 60a und 60b dargestellt. In jede Kappe 60a, 60b werden mehrere, im Ausführungsbeispiel 5 senkrechte Linien gelegt, entlang derer die Farb- bzw. Helligkeitswerte der auf ihnen liegenden Bildpunkte ermittelt werden. Dabei wird auch die Farbwert- bzw. Helligkeitsänderung an der Oberkante der Kappen am Übergang vom Hintergrundbild zur Kappenoberkante ermittelt. Die entsprechenden Bildpunkte sind in Figur 9 dick hervorgehoben. Auf diese Weise wird eine Kontur der Kappenoberkante ermittelt, die für verschiedene Hersteller charakteristisch ist. Die ermittelten Farbwert- bzw. Helligkeitswertdaten werden mit Daten bekannter Kappen verglichen, die in einer Datei im Rechner abgelegt sind. Stellt die Bildverarbeitungssoftware eine Übereinstimmung fest, dann übernimmt die Bildverarbeitungssoftware die gespeicherten Daten des zur identifizierten Kappe gehörenden Röhrchens und sendet diese Daten an die Steuerungssoftware. Diese benutzt die Daten, um die Handhabungsvorrichtung zu steuern und das Röhrchen in eine für dessen Maße geeignete, im Rechner vorgegebene Position zur Bilderfassung zu bringen.

Der nächste Schritt besteht darin, das Behältnis 20 zu drehen, um evtl. vorhandene Etiketten oder sonstige Abdeckungen auf dem Behältnis 20 aus dem vom Bilderfassungsgerät definierten Bildausschnitt heraus zu drehen. Zu diesem Zweck ist im Ausführungsbeispiel ein Scanner, vorzugsweise ein Barcode-Scanner, vorgesehen, der in der Lage ist, Etiketten oder sonstige Abdeckungen zu detektieren. Wenn der Scannerstrahl über das Behältnis 20 wandert und kein Etikett detektieren kann, dann sendet er ein entsprechendes Signal („no good read“) an die Steuerungssoftware, welche die Handhabungsvorrichtung steuert. Das Behältnis wird dann so lange gedreht, bis der Scanner ein Etikett detektiert und wiederum ein entsprechendes Signal („good read“) an die Steuerungssoftware sendet. Dann wird das Behältnis so lange weitergedreht, bis die Abdeckung aus dem Bereich des Scannerstrahls wandert und das entsprechende Signal („no good read“) an die Steuerungssoftware geht.

Auf dieses Signal hin wird die Drehbewegung des Behältnisses 20 gestoppt, weil nun davon ausgegangen werden kann, dass sich die Abdeckung nicht mehr im Bereich der Optik des Bildaufnahme-geräts befindet.

Nachdem das Bildaufnahmegerät, im Ausführungsbeispiel eine Farbbildkamera, ein Farbbild der Körperflüssigkeit in dem betreffenden Behältnis hergestellt und als Datensatz abgespeichert hat, erfolgt die eigentliche Analyse der Körperflüssigkeit, wie es in Figur 10 schematisch dargestellt ist:

Figur 10 zeigt in vergrößerter schematischer Darstellung einen Teil der Antireflexplatte 36, nämlich die ebenen Flächen 40,41 und die scharfen Kanten 42, 43 sowie das Behältnis 20 mit der zentrifugierten Körperflüssigkeit, die in Serum 21, Trennmittel 25 und Blutkuchen 26 getrennt ist. Das Farbbild wird entweder direkt weiter verarbeitet oder in ein Grauwertbild umgerechnet. Die Bildverarbeitungssoftware legt nun mehrere, im Ausführungsbeispiel 7 waagrechte Linien in das Bild, entlang derer für die auf den Linien liegenden Bildpunkte die Farbwerte im Fall eines Farbbildes und die Helligkeitswerte im Fall eines Grauwertbildes ermittelt werden. Zunächst wird von außen nach innen ein Übergang von schwarz zu weiß ermittelt, welcher dem Verlauf der Kanten 42, 43 der Antireflexplatte 36 entspricht. Damit sind die äußeren Bildränder erkannt, und das eigentliche Bildelement ist fixiert. Damit wird vermieden, dass der Bildhintergrund mit analysiert wird, was zusätzlich Rechenzeit und Speicherplatz beanspruchen würde. Die entsprechenden Bildpunkte sind mit Kreisen bezeichnet.

In einem zweiten Schritt werden die Farb- bzw. Helligkeitswerte der Bildpunkte auf den Linien weiter von außen nach innen ausgewertet, bis ein Übergang von weiß zu nicht-weiß festgestellt werden kann. Damit wird die Kante des Behältnisses 20 definiert, so dass der weiße, von der Antireflexplatte 36 stammende Hintergrund ebenfalls heraus gerechnet werden kann. Damit ist der eigentlich auszuwertende Bildausschnitt definiert. Die entsprechenden Bildpunkte sind mit Dreiecken bezeichnet.

Nun muss das eigentlich auszuwertende Blutserum 21 identifiziert und rechnerisch vom Trennmittel 25 und vom Blutkuchen 26 getrennt werden. Dazu wird zunächst die Trennlinie 55 zwischen dem Serum 21 und dem Hintergrund festgestellt. Dies geschieht entweder wie beschrieben über die Analyse von Bildpunkten entlang waagrechtlicher oder senkrechter Linien, wie letzteres oben für die

Identifizierung der Röhrchenkappe beschrieben wurde. Alternativ kann die Oberkante 21' des Serums 21 auch mittels des an sich bekannten Schwellwertverfahrens bestimmt werden.

Zur Identifizierung des Blutkuchens, der in der Regel dunkelrot gefärbt ist, wird der mit den soeben beschriebenen Verfahrensschritten identifizierte auszuwertende Bildausschnitt von unten nach oben systematisch durchsucht, wobei jede Bildpunktzeile von unten nach oben abgetastet wird. Dies kann am Farbbild oder – vorzugsweise – am Grauwertbild erfolgen. Mittels des an sich bekannten Schwellwertverfahrens wird der Übergang vom dunklen Blutkuchen 26 zum helleren Trennmittel 25 festgestellt. Die entsprechende Bildpunktzeile ist mit Vierecken angedeutet. Der Bildausschnitt, der den Blutkuchen 26 umfasst, wird darauf hin rechnerisch entfernt.

Zum Schluss muss die Trennschicht 25 identifiziert und rechnerisch vom Serum 21 getrennt werden. Dazu wird vorzugsweise das Farbbild verwendet, da Serum 21 und Trennschicht 25 erfahrungsgemäß ähnliche Helligkeitswerte aufweisen. Hierzu wird das sog. „region grow“-Verfahren verwendet. Dabei wird jeder Bildpunkt einzeln analysiert und Regionen von Bildpunkten mit ähnlichen Farbwerten ermittelt. In diesem Fall bedeutet „ähnlich“ eine von der Software vorgegebene maximale Farbwertdifferenz, die zwei Bildpunkte aufweisen dürfen, um noch zur gleichen Region zu gehören. Im Einzelnen wird für einen ersten Bildpunkt der Farbwert ermittelt, der eine Bildregion definiert. Wenn ein benachbarter Bildpunkt einen ähnlichen Farbwert aufweist, d.h. wenn die Farbwertdifferenz einen vorgegebenen Maximalwert nicht überschreitet, wird er derselben Region zugeschlagen wie der erste Bildpunkt. Wenn ein benachbarter Bildpunkt hingegen einen anderen Farbwert aufweist, also die Farbwertdifferenz den vorgegebenen Maximalwert überschreitet, so definiert dieser benachbarte Bildpunkt eine neue Region von Bildpunkten mit ähnlichen Farbwerten.

Auf diese Weise werden schließlich zwei Regionen ermittelt, nämlich eine Region, die dem Serum 21 entspricht und eine Region, die dem Trennmittel 25 entspricht. Die Phasengrenze zwischen beiden Regionen wird von der Bildverarbeitungssoftware berechnet. Dazu werden Erfahrungswerte programmiert, bspw. dass die Serumregion oberhalb der Trennmittelregion liegt und dass die Serumregion eine größere Fläche einnimmt als die Trennmittelregion. Die Bildverarbeitungssoftware legt also rechnerisch die Trennlinie 56 zwischen Serum 21 und Trennmittel 25 fest. Diese errechnete Linie ist mit Rauten markiert.

Nun kann die eigentliche Auswertung des Bildes des Serums 21 beginnen, nachdem alle anderen Bestandteile des vom Bildaufnahmegerät 30 hergestellten Bildes identifiziert und rechnerisch entfernt wurden. Zunächst wird das Volumen des Serums 21 bestimmt. Dazu wird mittels der Bildverarbeitungssoftware der Abstand zwischen der Trennlinie 55 und der Trennlinie 56 bestimmt. Anschließend wird unter Berücksichtigung des Durchmessers des Behältnisses 20 mittels der Bildverarbeitungssoftware aufgrund der erhaltenen Daten die Menge der im Behältnis 20 befindlichen Körperflüssigkeit errechnet. Der Durchmesser des Behältnisses 20 ist bekannt und in einer Datei im Bildverarbeitungsrechner 13 abgespeichert, da bereits wie oben beschrieben der Röhrchentyp identifiziert wurde und die Maße der verschiedenen Röhrchentypen im Bildverarbeitungsrechner abgelegt sind. Selbstverständlich kann die Menge an Serum 21 auch anhand der gemessenen Breite des Behältnisses 20 berechnet werden, allerdings besteht dann die Gefahr, dass evtl. ins Bild ragende Bereiche von Abdeckungen eine geringere Breite vortäuschen und so das Ergebnis verfälschen.

Zur Auswertung des Serumbildes gehört schließlich noch die eigentliche Farbanalyse. Mit der Farbanalyse wird geprüft, ob das Serum 21 „gut“ oder „schlecht“ ist, d.h. ob die Probe zur weiteren medizinischen Analyse des Serums gegeben oder als nicht medizinisch analysierbar verworfen wird. Wenn das Serum 21 klar, hell und ggf. leicht grünlich gefärbt ist, ist es brauchbar. Serum 21 mit anderen Färbungen oder Eintrübungen wird als unbrauchbar verworfen.

Diese Farbanalyse wird durchgeführt, indem für jeden Bildpunkt des das Serum 21 darstellenden Bildausschnittes der Farbwert festgestellt und mit gespeicherten Farbwerten verglichen wird. Dieser Vergleich findet in mindestens einem sog. „Farbraum“ statt. Im Ausführungsbeispiel ist dies der sog. „CIE-Lab“-Raum. Dieser Farbraum ist kugelförmig. Zum Vergleich der Farbwerte werden Farbstände auf der Kugeloberfläche gemessen. Auf der Kugeloberfläche sind Vergleichsdaten von typischen Serumproben verteilt (siehe dazu auch weiter unten unter „teach-in“). Der gemessene Farbwert wird mit den Vergleichswerten verglichen. Dabei kommt es darauf an festzustellen, welchem Vergleichswert der gemessene Wert am nächsten liegt, bzw. zu welchem Vergleichswert der gemessene Wert den kleinsten Abstand hat. Diese Auswertung bezeichnet man als „kleinster-Abstand-Klassifikator“ oder als „nächster-Nachbar-Klassifikator“. Je mehr Vergleichswerte vorhanden sind, desto zuverlässiger ist das Ergebnis der Auswertung.



Im Ausführungsbeispiel wird jeder Bildpunkt des Bildausschnitts, der das Serum 21 darstellt, erfasst; dies sind etwa 10.000 bis 30.000 Bildpunkte. Dabei können durchaus verschiedene Bildpunkte unterschiedlich klassifiziert bzw. als „gut“ oder „nicht gut“ bewertet werden. Die endgültige Klassifizierung erfolgt im Ausführungsbeispiel durch ein „Mehrheitsvotum“, d.h. wenn die Mehrheit der Bildpunkte als „gut“ bewertet wird, wird das Serum 21 insgesamt als brauchbar bewertet, und wenn die Mehrheit der Bildpunkte als „nicht gut“ bewertet wird, wird das Serum 21 insgesamt als nicht brauchbar bewertet. Diese Art der Gesamtbewertung mindert das Risiko von Fehlbewertungen und Fehlurteilen.

Wenn die soeben beschriebene Farbauswertung abgeschlossen ist, erfolgt die Rückmeldung des Ergebnisses „Probe brauchbar“ oder „Probe nicht brauchbar“ an die Steuerungssoftware. Bei der Rückmeldung „Probe nicht brauchbar“ stellt die Steuerungssoftware fest, dass die Untersuchung dieser Probe abgeschlossen ist; die Probe wird aussortiert.

Bei der Rückmeldung „Probe brauchbar“ schließt sich im Ausführungsbeispiel ein weiterer Auswertungsschritt an, nämlich die Untersuchung auf feste Teilchen, sog. „clots“ im Serum 21. Dabei handelt es sich um feste Blutbestandteile wie bspw. Fibrinogen, die nicht in den Blutkuchen 26 abzentrifugiert wurden. Diese Clots würden bei der Weiterverarbeitung der Probe bspw. Injektionsnadeln verstopfen und so die Analysegeräte funktionsuntüchtig machen. Außerdem können sie das Ergebnis der medizinischen Analyse verfälschen. Die Untersuchung auf Clots wird anhand der Ergebnisse der Daten, die bei der rechnerischen Abtrennung des Serums 21 vom Trennmittel 25 erhalten wurden, durchgeführt, weil bei diesem Schritt, wie beschrieben, „Regionen“ von Bildpunkten mit ähnlichen Farbwerten bestimmt wurden. Eine von festen Teilchen durchsetzte Serumprobe weist mehrere „Regionen“ mit unterschiedlichen Farbwerten auf, nämlich klare Regionen, in denen nur das Serum detektiert wird und undurchsichtige oder trübe Regionen, in denen Feststoffteilchen detektiert werden. Das wie oben beschrieben ermittelte Serumbild wird ebenfalls mit Vergleichsdaten verglichen, die im Bildauswerterechner 13 abgelegt sind. Die Ergebnisse werden wiederum von der Bildverarbeitungssoftware an die Steuerungssoftware gemeldet.

Ergibt der Vergleich, dass das Serumbild einem „guten“ Vergleichsbild ohne „clots“ entspricht, wird die Probe weiter verarbeitet. Ergibt der Vergleich jedoch, dass das Serumbild einem „nicht guten“

Vergleichsbild mit „clots“ entspricht, beendet die Steuerungssoftware die Untersuchung der betreffenden Probe und sortiert sie aus.

Die soeben beschriebene Auswertung wird einmal komplett durchgeführt, falls der dem Bildaufnahmegerät zugewandte Bildausschnitt des Behältnisses 20 frei von Abdeckungen ist. Anschließend wird mittels der Steuerbefehle der Steuerungssoftware das Behältnis 20 mittels der Handhabungsvorrichtung entweder auf eine Transporteinrichtung zur Weiterverarbeitung oder auf eine Transporteinrichtung zum Aussortieren der Probe gesetzt.

Wenn der Bildausschnitt jedoch bspw. durch eine besonders große Abdeckung, bspw. ein besonders großes Etikett teilweise blockiert ist, wird die Probe so ausgerichtet, dass nur eine Kante der Abdeckung in den Bildausschnitt hineinragt. Dies geschieht, indem die vom Scanner an die Steuerungssoftware übermittelten Daten zur entsprechenden Steuerung der Handhabungsvorrichtung dienen. Nach der oben beschriebenen Auswertung wird das Behältnis 20 von der Handhabungsvorrichtung, gesteuert durch die Steuerungssoftware anhand der vom Scanner übermittelten Daten so gedreht, dass ein anderer, nicht von der Abdeckung überdeckter Bereich des Behältnisses 20 in den Erfassungsbereich des Bildaufnahmegeräts 30 gerät. Dann wird eine weitere Auswertung, wie oben beschrieben, vorgenommen. Dieser Vorgang wird vorzugsweise maximal 5 bis 6 mal wiederholt. Zur Auswertung des von dem Bildaufnahmegerät erstellten Bildes benötigt die Bildverarbeitungssoftware Vergleichsdaten, die in dem Rechner 13 gespeichert sind. Diese Vergleichsdaten können bspw. durch ein sog. „teach-in“ erstellt werden. Dabei werden nicht mehr benötigte, bekannte Proben, die vorzugsweise maximal 10 Tage alt sind, aufgenommen und die Daten in Form ganzer Bilder abgelegt. Jedes Bild erhält eine Klassifikation, bspw. „gut“, „hämolytisch“, „lipämisch“, „ikterisch“ oder „clots“. Anhand dieser Klassifikation wird die Farbqualität jeder Probe gespeichert. Die Gesamtheit dieser Daten wird als „Klassifikator“ bezeichnet. Hierbei kann insbesondere die Klassifizierung „hämolytisch“, d.h. stärkere Rotfärbung durch roten Blutfarbstoff, an die Auswertepaxis einzelner Labors angeglichen werden, da eine solche Rotfärbung auch auf einem Verfahrensfehler bei der Blutentnahme beruhen kann. In diesem Fall ist die Probe trotz der Rotfärbung für die medizinische Analyse brauchbar. Um unnötig hohen Ausschuss zu vermeiden, kann in diesem Fall die Toleranzschwelle für die Beurteilung „nicht brauchbar“ auf Kundenwunsch heraufgesetzt werden.

Nach der Zuordnung der Bilder zu den einzelnen Klassifikationen kann der Klassifikator trainiert werden. Dafür extrahiert er für alle Bilder der einzelnen Klassen Farbmerkmale. Dies kann beliebig oft wiederholt werden, d.h. der Klassifikator kann jederzeit aktualisiert werden.

Die für die beschriebene Auswertung notwendige Software ist im Ausführungsbeispiel unter Microsoft C++ in ANSI C erstellt. Die Software benutzt API-Funktionen von Windows-NT 4.0 mit Service-Pack 6.0. Es werden weder die Microsoft Foundation Classes (MFC) noch C++-spezifische Elemente verwendet. Für die Bildverarbeitung wird die Befehlsbibliothek WiT 7.11 von Logical Vision benutzt. Dazu gehört auch eine spezielle C-Datenstruktur, die in den Handbüchern zu WiT erklärt ist. Bibliotheken aus WiT 7.11 werden auch für die Steuerung des Framegrabbers verwendet. Diese Bibliotheken brauchen Unterstützungen von zwei anderen Softwarepaketen, „Sapera 3.10 Runtime Basic and Processing“ und den Viper-RGB-Treiber, Version 3.10, um den Framegrabber zu steuern.

Die Anlage 1 bietet eine Übersicht über die Daten- und Verzeichnisstruktur der erfindungsgemäße Software.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Analyse von Körperflüssigkeiten, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Bildaufnahmegeräts (30) von der in einem Behältnis (20) befindlichen Körperflüssigkeit (21) mindestens ein Bild hergestellt wird, das mittels einer Bildverarbeitungssoftware analysiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst automatisch Typ und Größe des Behältnisses (20) bestimmt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Bildaufnahmegerät (30) ein Bild des Behältnisses hergestellt wird und mittels einer Auswertesoftware mit gespeicherten Bilddateien und/oder Maßen bekannter Behältnisse verglichen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kappen von die Körperflüssigkeit aufnehmenden Röhrchen (30) verglichen und damit Röhrchentyp und Röhrchenhöhe bestimmt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Bestimmung von Typ und Größe des Behältnisses (20) dieses automatisch derart bewegt wird, dass mittels des Bildaufnahmegeräts (30) ein möglichst vollständiges Bild der Körperflüssigkeit hergestellt werden kann.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Behältnis (20) automatisch so bewegt wird, dass ein möglichst vollständiges Bild der Körperflüssigkeit hergestellt werden kann.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erfassung einer Abdeckung (27), insbesondere einer Beschriftung und/oder eines Etiketts, auf dem Behältnis (20) mittels

eines Scanners die Ränder der Abdeckung (27) erfasst und das Behältnis (20) automatisch so bewegt wird, dass die Abdeckung (27) auf der von dem Bildaufnahmegerät (30) abgewandten Seite des Behältnisses (20) liegt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass anschließend zur optischen Ausblendung einer Abdeckung (27) das Behältnis (20) auf der von dem Bildaufnahmegerät (30) abgewandten Seite abgedeckt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass 15 bis 50 %, vorzugsweise 20 bis 25 %, der Außenfläche des Behältnisses abgedeckt werden.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Bildaufnahmegeräts (30) gleichzeitig ein Bild der Körperflüssigkeit in einem ersten Behältnis und ein Bild eines nachfolgenden zweiten Behältnisses zur Bestimmung von Typ und Größe des zweiten Behältnisses hergestellt werden.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Farbbild der Körperflüssigkeit und des Behältnisses hergestellt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Farbbild der Körperflüssigkeit und/oder des Behältnisses automatisch in ein Grauwertbild umgerechnet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erkennung von Typ und Größe des Behältnisses mehrere senkrechte Linien in das Bild des Behältnisses gelegt, die Farbwerte bzw. Helligkeitswerte der auf diesen Linien liegenden Bildpunkte erfasst, Farbwert- bzw. Helligkeitswertveränderungen ermittelt und mit Daten bekannter Behältnisse verglichen werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der ermittelten Daten für das Behältnis die Handhabungsvorrichtung gesteuert wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Ausschnittbilder hergestellt werden, die mittels der Bildverarbeitungssoftware zu einem Gesamtbild zusammengesetzt werden.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Auswertung des Bildes der Körperflüssigkeit mehrere senkrechte und/oder waagrechte Linien in das Bild der Körperflüssigkeit gelegt, die Farbwerte bzw. Helligkeitswerte der auf diesen Linien liegenden Bildpunkte erfasst, Farbwert- bzw. Helligkeitswertveränderungen ermittelt und Hintergrundbereich und/oder Oberkante (55) der Körperflüssigkeit ermittelt werden.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Hintergrundbereich rechnerisch aus dem Bild entfernt wird.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Identifizierung des Trennmittels (25) und/oder des Blutkuchens (26) in einer zentrifugierten Probe von Körperflüssigkeit jede Bildpunktzeile des Bildes von unten nach oben abgetastet wird und der Übergang von dunklen Farb- oder Helligkeitswerten zu helleren Farb- oder Helligkeitswerten detektiert und als Phasengrenze zwischen Blutkuchen (26) und einem Trennmittel (25) bzw. zwischen Trennmittel (25) und Serum (21) definiert wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der ermittelte Bildbereich für das Trennmittel (25) und/oder den Blutkuchen (26) rechnerisch aus dem Bild entfernt wird.
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Identifizierung von Blutserum 21 und/oder Trennmittel 25 und/oder Blutkuchen 26 mittels des „region-grow“-Verfahrens Regionen von Bildpunkten mit ähnlichen Farbwerten ermittelt und die resultierenden Regionen als Serum 21, Trennmittel 25 und/oder Blutkuchen 26 definiert werden.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass zur Detektion von Feststoffteilchen im Serum 21 die dem Serum 21 entsprechende Region mit gespeicherten Farbwerten von Vergleichsproben verglichen und als „klar“ oder „nicht klar“ klassifiziert werden.

22. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Blutkuchen und/oder das Trennmittel rechnerisch aus dem Bild entfernt werden.
23. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung des Volumens des Blutserums 21 Ober- und Untergrenze des Serumbereichs automatisch ermittelt und anhand des Durchmessers des Behältnisses 20 das Volumen automatisch errechnet wird.
24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Farbanalyse des Serums für jeden Bildpunkt der Farbwert festgestellt, mit gespeicherten Farbwerten von klassifizierten Vergleichsproben verglichen wird und als „gut“ oder „nicht gut“ klassifiziert wird.
25. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich in einem Farbraum, vorzugsweise in einem „CIE-Lab“-Raum vorgenommen wird.
26. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Serum insgesamt als „gut“ klassifiziert wird, wenn die Mehrzahl der Bildpunkte als „gut“ klassifiziert wird und dass das Serum insgesamt als „nicht gut“ klassifiziert wird, wenn die Mehrzahl der Bildpunkte als „nicht gut“ klassifiziert wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der ermittelten Klassifizierung des Serums die Handhabungsvorrichtung gesteuert wird, so dass „gute“ und/oder „klare“ Proben zur weiteren Analyse gegeben und „nicht gute“ und/oder „nicht klare“ Proben aussortiert werden.
28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erstellung von Vergleichsdaten Bilder bekannter Proben hergestellt, in Klassen klassifiziert und in Datei/en abgespeichert werden.
29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einmal für alle Bilder der einzelnen Klassen Farbmerkmale extrahiert werden.

30. Vorrichtung zur Analyse von Körperflüssigkeiten, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bildaufnahmegerät (30) vorgesehen und mit einer elektronischen Bildauswertevorrichtung verbunden ist.
31. Computer, programmtechnisch eingerichtet zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 29.
32. Vorrichtung nach Anspruch 30, enthaltend mindestens einen Computer nach Anspruch 31.
33. Digitales Speichermedium, mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen, die so mit einem programmierten Computersystem zusammen wirken können, dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 29 ausgeführt wird.
34. Speichermedium nach Anspruch 33 mit einer Steuerungssoftware zur Steuerung einer Vorrichtung nach Anspruch 30 oder 32.
35. Speichermedium nach Anspruch 34 mit einer Bildverarbeitungssoftware zur Analyse von Bildern.
36. Computerprogrammprodukt zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 29 nach Implementierung in einen Computer nach Anspruch 31.
37. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 36, nämlich eine Steuerungssoftware zur Steuerung einer Vorrichtung nach Anspruch 30 oder 32.
38. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 36, nämlich eine Bildverarbeitungssoftware zur Analyse von Bildern.
39. Computerprogrammprodukt nach einem der Ansprüche 36 bis 38, gespeichert auf einem Datenträger, insbesondere einer Festplatte, einer Floppy Disk, einer CD-ROM oder einem Speicherband.





### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Analyse von Körperflüssigkeiten (21), bei dem ein Bildaufnahmegerät (30) in einem mit einer Beleuchtungseinrichtung (45) versehenen lichtreflexfreien Raum (16) untergebracht und mit einer elektronischen Bildauswerteeinrichtung verbunden ist. Das Bildaufnahmegerät (30) ist auf ein in einer Analyseposition (22) befindliches die Körperflüssigkeit (21) beinhaltendes Behältnis (20) fokussiert, um von der Körperflüssigkeit (21) mindestens eine Aufnahme zu machen, die mittels einer Bildauswertesoftware analysiert wird, wodurch die Qualität der Körperflüssigkeit (21) festgestellt wird.

## Inhalt

<b>1. Einleitung.....</b>	<b>5</b>
1.1. Softwaregrundfunktionen.....	5
1.2. Verwendete Programmiersprache .....	5
1.3. Zusätzlich verwendete Bibliotheken.....	5
1.4. Applikationsstruktur .....	5
<b>2. Framegrabbereinstellungen .....</b>	<b>7</b>
2.1. Die Framegrabberfunktionalitäten der WIT-Graphischen Oberfläche .....	7
2.2. Aktuelle Einstellungen des Framegrabbers.....	7
<b>3. Schnittstelleinstellungen .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Funktionsbeschreibung der Software .....</b>	<b>9</b>
4.1. Programmoberfläche und Bedienung .....	9
4.1.1. Teach-In.....	9
4.1.2. QS I .....	9
4.1.3. QNX.....	9
4.2. Programmstruktur.....	9
4.2.1. Teach-In.....	9
4.2.2. QS I .....	9
4.3. Kurzer Ablauf einer Messung im Gerät .....	9
<b>5. Kalibration .....</b>	<b>11</b>
5.1. Die Kalibration der Pixelgröße .....	11
5.2. Shadingkorrektur für die Inhomogenität der Beleuchtung.....	11
<b>6. Datensverkehr .....</b>	<b>12</b>
6.1. Allgemein .....	12
6.2. Datenstruktur..... Fehler! Textmarke nicht definiert.	
6.3. Übergebene Werte..... Fehler! Textmarke nicht definiert.	
6.3.1. Daten vom BV_Rechner zum Steuerungsrechner ..Fehler! Textmarke nicht definiert.	
6.3.2. Daten vom Steuerungsrechner zum BV-Rechner...Fehler! Textmarke nicht definiert.	
6.3.3. Austausch der Daten .....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
<b>7. Fehlerbehandlung .....</b>	<b>13</b>
7.1. QS I Fehler .....	13
7.1.1. Übersicht.....	13
7.1.2. Globale Fehlercodes .....	13
7.2. Die Behandlung der Fehler.....	15

<b>8. Veränderbare Werte .....</b>	<b>16</b>
8.1. Kappenuntersuchung .....	16
8.2. SerumErkennung .....	18
<b>9. Anhang .....</b>	<b>19</b>
9.1. Verzeichnisstruktur .....	19
9.2. Struktogramme .....	21
9.3. Einstellbare Traces .....	21

## 1. Einleitung

### 1.1. Softwaregrundfunktionen

Die Software übernimmt die Aufgabe, die von den zentrifugierten Primärblutproben mittels einer CCD-Farbkamera und einem Framegrabber aufgenommenen Bilder zu untersuchen. Dabei werden die Messungen von der Steuerung über die RS-232 Schnittstelle aufgerufen.

Es können folgende Messungen bzw. Programme gestartet werden:

- Kappenuntersuchung
- Serumerkennung
- Volumbestimmung (noch nicht eingefügt)
- Clotererkennung (noch nicht eingefügt)

### 1.2. Verwendete Programmiersprache

Die Software ist unter Microsoft C++ 6.0 erstellt worden. Sie benutzt die API-Funktionen von Windows-NT 4.0 mit Service Pack 6. Es werden keine speziellen Microsoft C++- Befehle (MFC) verwendet. Die Software ist an allen relevanten Stellen dokumentiert.

### 1.3. Zusätzlich verwendete Bibliotheken

Für die Bildverarbeitung wird die Befehlsbibliothek WIT 7.11 von Logical Vision benutzt. Dazu gehört auch eine spezielle C-Datenstruktur, die in den Handbüchern zu WIT erklärt ist. Bibliotheken für die Steuerung des Framegrabbers sind nicht direkt verfügbar. Sie werden von die WIT-Oberfläche verwendet um den Framegrabber einzustellen (siehe Kapitel 3). Diese Bibliotheken sind von der „Sapera 3.10 Runtime Basic and Processing“- Installation und dem Viper-RGB Treiber (Version 3.10) installiert.

BIBLIOTHEK	PFAD
Befehlsbibliothek (WIT 7.11 .Dll)	c:\Programme\Logical\Vision\bin
Befehlsbibliothek (WIT 7.11 .Dll). Debug Version	c:\Programme\Logical\Vision\bin\debug
Befehlsbibliothek (WIT 7.11 .lib)	c:\Programme\Logical\Vision\lib
	c:\Programme\Logical\Vision\Glib
Header-Dateien	c:\Programme\Logical\Vision\h
	c:\Programme\Logical\Vision\Gh
Framegrabber-Bibliotheken	„Sapera 3.10 Runtime Basic and Processing“- Installation
	Viper-RGB Treiber (Version 3.10).

### 1.4. Applikationsstruktur

Die Source-Code des QS I - Programmes stehen in den Verzeichnisse unter c:\ Projekt QS I \ QS I \ cfiles \, c:\Projekt QS I\QS I\ include\ und c:\ Projekt QS I \ QS I \ include\_test\.  
Das ausführbares Programm befindet sich unter c:\QS I\applikation\programme\exec\.  
Die Source-Code des Teach-Ins liegt in dem Ordner unter c:\QS I\Teach-In\.

Der Verzeichnisstruktur , an dem das QS I – Programm läuft, wird in Anhang 9.1 abgebildet.  
Alle relevante Pfade innerhalb des Programmes werden anhand dieses Strukturs verwiesen.

## 2. Framegrabbereinstellungen

### 2.1. Die Framegrabberfunktionalitäten der WiT-Graphischen Oberfläche

Der ViperRGB-Framegrabber wird mit Funktionalitäten aus der Wit-Graphischen Oberfläche gesteuert. Für das Justieren der Framegrabbereinstellungen, muß die WiT-Oberfläche mit der entsprechenden Configuration gestartet werden. Die Verknüpfung für das Starten die WiT-Oberfläche mit der ViperRGB – Configuration liegt in dem Startmenü unter **Start->Programme->WiT->Start->ViperRGB**. Im WiT sind die Framegrabberfunktionen unter dem Menü **Tools->Framegrabber** und die Einstellungen unter **Tools->Framegrabber->Edit** vorhanden.

Zur Zeit werden die **Advanced** Parameter nur mit der WiT-Oberfläche einstellbar sein. Deswegen wurde entschieden, alle Parameter über die Oberfläche einzustellen.

### 2.2. Aktuelle Einstellungen des Framegrabbers

EINSTELLUNG	BESCHREIBUNG	WERT
Source	Anschluß an den Framegrabber	1
Zoom	die Vergrößerung des Bildes	1
Size	Die Größe und Startkoordinaten (an der Kamera) für das aufgenommenen Bild (Pixel)	
X	Koordinat oben links	0
Y	Koordinat oben links	0
W	die Breite des Fensters	768
H	die Höhe des Fensters	576
Signal	Einstellungen für die Bildqualität	
R Brightness	rote Helligkeit	50
G Brightness	grüne Helligkeit	50
B Brightness	blaue Helligkeit	50
R Contrast	rote Kontrast	27
G Contrast	grüne Kontrast	27
B Contrast	blaue Kontrast	27
Trigger		
Frame	die Signale, die den Bildaufnahme beginnt	internal
Line		keins
Exposure	die Belichtung (nicht einstellbar)	2000 us
Advanced		
Timeout	Timeout	2000 ms
Buffer Type	die Stelle des Buffers im Speicher. <b>contiguous</b> – im Treiber gespeichert. <b>scatter-gather</b> - im WiT gespeichert.	contiguous
Front-End	Modus des Framegrabbers (RGGB oder Mono)	Viper-RGB
Camera File	Die Datei mit den Einstellungen für die Kamera (.cca File)	**
Video File	Die Datei mit den Einstellungen für die Ausgabe (.cvi File)	keins

\*\* - c:\QS I\Applikation\Programme\System\Framgrabber\ccirrgb.cca

### 3. Schnittstelleinstellungen

Die Schnittstelle – Einstellungen werden durch die Funktion, `cnt_set_rs232()`, im Program QS I eingestellt. Diese Funktion befindet sich in der Datei, `cnt_rs232.c`. Baudrate -, Parität -, Datenbits -, Stopbits -, Timeout - Parameter können durch diese Funktion für die Schnittstelle eingestellt werden. Das Trace und der numerischer Schalter für die Checksumme sind auch übergebene Parameter. Die Funktion hat die Form:

```
void cnt_set_rs232(baud, parity, datenbits, stopbits, timeout, trc, chk)
    int baud ;                /* Baudrate */
    int parity ;              /* Parität */
    int datenbits ;           /* Datenbits */
    int stopbits ;            /* Stopbits */
    int timeout ;             /* Timeout */
    int trc ;                 /* Trace */
    int chk ;                 /* Checksum – Parameter */
```

Die Parameter für das Einstellen der Schnittstelle dürfen die folgende Werte haben (die können in allen Kombinationen eingesetzt werden):

BAUDRATE	PARITÄT	DATENBITS	STOPBITS
110	NONE = 0	5	ONESTOPBIT = 0
300	ODD = 1	6	TWOSTOPBITS = 2
600	EVEN = 2	7	
1200	MARK = 3	8	
2400	SPACE = 4		
4800			
9600			
14400			
19200			
38400			
56000			
57600			
115200			

Timeout wird als ganzzahlige Millisekunden eingegeben.

Zur Zeit die Schnittstelleinstellung für QS I ist :

```
Baudrate      = 9600
Parität       = 0
Datenbits     = 8
Stopbits      = 0
Timeout       = 5000
Trace         = trc1 (Variable)
Chk           = 1
```



## **4. Funktionsbeschreibung der Software**

### **4.1. Programmoberfläche und Bedienung**

#### **4.1.1. Teach-In**

#### **4.1.2. QS I**

Bevor QS I gestartet wird, muß QNX für Messungen initialisiert werden. QS I wird zuerst im DEBUG-Modus oder mit der Verknüpfung auf dem Desktop gestartet. Die Traces (siehe Anhang 9.3) werden als Programmargumente eingegeben, damit der Ablauf des Programmes durch die Ausgabe in der Logdatei oder angezeigten Bilder gesteuert werden kann. Diese Traces sind in verschiedene Ebenen unterteilt, die jeweils ein und ausgeschaltet werden können. Diese Ebenen sind Binär codiert. Es ist somit jede Kombination mit einem Wert auswählbar. Bei den entsprechenden Traces werden Bilder und Ergebnisse der Kappenuntersuchung und der Serumerkennung nach einer chronologischen Ordnung angezeigt. Das Programm kann ausgeschaltet werden wenn die rechten Maustaste während des Ablaufs gedrückt wird. Die Taste muß gedrückt werden bis das Programm sich beendet.

#### **4.1.3. QNX**

Unter QNX ist noch keine Überlegung über eine Oberfläche angestellt worden. Vorstellbar ist eine einfache Oberfläche mit Ausgabe der gemessenen Daten je Röhrchen mit Barcodenummer sowie eine einfache grafische Anzeige der aktuellen Rackpositionen.

### **4.2. Programmstruktur**

#### **4.2.1. Teach-In**

siehe Teach-In Dokumentationen

#### **4.2.2. QS I**

siehe Struktogramme im dem Ordner, Struktogramme, und Kommentare im Sourcecode.

### **4.3. Kurzer Ablauf einer Messung im Gerät**

Ein in die Rackaufnahme gestelltes Rack wird in die Auswertebox gefahren und das erste Röhrchen mittels einer Kappenuntersuchung auf seinen Hersteller hin untersucht. Danach wird das Rack mit der ersten Position zur Greiferposition weitergefahren, wo das Röhrchen gegriffen und angehoben wird. Dabei wird schon bei dem zweiten Röhrchen die Kappe untersucht. Das erste Röhrchen wird nun gedreht und der Barcode gelesen. Nach dem Lesen des Codes wird das Röhrchen so weit gedreht, dass die Kante des Barcodes am Rand verschwindet. Daraufhin wird die Serumerkennung gestartet. Ist alles in Ordnung wird das Röhrchen wieder abgestellt und das nächste Röhrchen auf die Greiferposition gefahren.

Wurde Serum von einem Aufkleber verdeckt, werden nach gezieltem Drehen des Röhrchens weitere Messungen durchgeführt bevor es wieder abgesetzt wird. Beim letzten Röhrchen entfällt dann die Kappenkontrolle beim Greifen automatisch (siehe Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).

## 5. Kalibration

### 5.1. Die Kalibration der Pixelgröße

Um einen absoluten Wert von einer Messung zu erhalten muß die Pixelgröße zuerst kalibriert werden. Wenn die mechanischen oder elektronischen Einstellungen der Kamera oder die Einstellungen des Framegrabbers geändert worden sind muß eine neue Kalibration der Pixelgröße durchgeführt werden.

Der Kalibrationfaktor wird mittels der WiT-Oberfläche und dem Bild eines Röhrchens ausgewertet. Das Bild wird in der WiT-Oberfläche eröffnet und den Durchmesser des Röhrchens in Pixel gemessen. Der Durchmesser des Röhrchens wird dann mit einem Messschieber gemessen und den Faktor von den beiden Messungen kalkuliert.

$$\text{Pixelgröße} = \frac{\text{Durchmesser (mm)} * 100}{\text{Durchmesser(Pixel)}} \quad (\text{in } 1/100 \text{ mm})$$

Zur Zeit hat der faktor einen Wert von 10.6  
 1 Pixel = 0.106 mm = 10.6 (1/100 mm).

### 5.2. Shadingkorrektur für die Inhomogenität der Beleuchtung

Die Shading-Korrektur entfernt Unregelmäßigkeiten an der Helligkeit in einem Bild. Die entsprechenden Funktionen für die Bildkalibration befinden sich in bildkalibration.c. Damit die Kalibration berechnet werden kann, müssen jeweils ein Bild eines weißen Hintergrunds und ein schwarzes Bild ohne Licht gespeichert werden. Der weiße Hintergrund besteht aus einer weißen Karte, die direkt unter den Greifer gestellt wird. Der Hintergrund muß den Bildbereich der Kamera komplett füllen. Das schwarze Bild kann mit einer geschlossenen Blende oder mit schwarzem Stoff, der die Linse bedeckt, erzeugt werden. Diese Bilder stehen in dem Verzeichnis unter c:\QS \Configdaten\Config\ und müssen neu aufgenommen werden wenn die mechanischen oder elektronischen Einstellungen der Kamera sich ändern. Ein Pixel aus einem Bild wird mit der folgenden Gleichung berechnet:

$$kal\_P(x,y) = K \times \frac{(P(x,y) - Sch(x,y))}{(We(x,y) - Sch(x,y))}$$

kal_P	Pixel in kalibriertem Bild
P	Pixel in unkalibriertem Bild
K	Konstant = der Wertebereich der Pixel (z.B. 255 bei unsigned int )
We	Pixel aus dem weißen Bild
Sch	Pixel aus dem schwarzen Bild
x,y	x und y Koordinaten

Das Bild wird Pixel für Pixel kalibriert

## **6. Datenverkehr**

### **6.1. Allgemein**

Die Datenübertragung erfolgt über ein serielles Kabel zwischen den RS 232 Schnittstellen des Bildverarbeitungs (BV) - und Steuerungsrechner. Dabei übernimmt der Steuerungsrechner die Funktion als Master. Er übergibt den Messbefehl an den BV-Rechner und bekommt die gemessenen Ergebnisse vom BV-Rechner zurück. Danach kann sofort der nächste Messbefehl an den BV-Rechner gesendet werden.

Für den Struktur und den Ablauf des Datenverkehrs Sehen Sie die Datei „QS  
\\Handbücher\\Servicehandbuch QS I\\Schnittstellenbeschreibung QS I.doc „

## 7. Fehlerbehandlung

### 7.1. QS I Fehler

#### 7.1.1. Übersicht

Das Bildverarbeitungsprogramm QS I verfügt über eine Log-Datei, die auftretende Fehler erfasst und protokolliert. Damit wird gewährleistet, daß auch Fehler noch erkannt werden können, wenn die Fehlerursache nicht mehr vorhanden bzw. nicht mehr einfach nachvollziehbar ist. Dabei wird das Datum, die Uhrzeit, das Unterprogramm sowie der Fehler mit einem Text bzw. einem Fehlercode ausgegeben und in eine Textdatei geschrieben. Jeder Bildverarbeitungs- und Framegrabberbefehl wird überwacht. Jeder Bildverarbeitungs- und Framegrabberfunktion in einer übergeordneten Funktion erhält ihren eigenen Fehlercode, der spezifisch innerhalb der übergeordneten Funktion ist. Globale Fehlercodes identifizieren im allgemeinen den fehlerhaften Bereich und auch repräsentieren Fehlern, die für den Bediener interessant sind. Die globalen Fehlercodes werden zu dem höchsten Stufe innerhalb des QS I-Programmes hochgehoben, damit QS I an dem Fehler reagiert. Einer Fehlercode in der Logdatei kann durch seinem Wert identifiziert werden. Die Definitionen der globalen Fehlercodes befinden sich in dem Ordner „//Projekt QS I/QS I/include/message.h“. Ihre Namen drücken ihre Bedeutung aus.

#### 7.1.2. Globale Fehlercodes

FEHLERMELDUNG	WERT	URSACHE	MAßNAHME
statische Funktion	-1 bis zu -99	WIT-Software hat versagt	1
ERR_BILDAUFNAHME	-100	kein Bild vom Framegrabber <ul style="list-style-type: none"> <li>Kabel ist ausgesteckt/ locker</li> <li>Kamera ist aus / beschädigt</li> <li>WIT-ViperRGB dlls gescheitert</li> </ul>	1, 2, 3
ERR_SENKTRECHT_KAPPE_KANTE	-101	alle senkrechten Kanten nicht gefunden <ul style="list-style-type: none"> <li>Verstellung der Kamera</li> <li>Versagen der WIT-Software</li> </ul>	1, 2
ERR_KAPPEHOEHE	-102	Kappenhöhe nicht auswertbar <ul style="list-style-type: none"> <li>Verstellung der Kamera</li> <li>Versagen der WIT-Software</li> </ul>	1, 2
ERR_NASEBREITE	-103	Nasebreite nicht auswertbar <ul style="list-style-type: none"> <li>Verstellung der Kamera</li> <li>Versagen der WIT-Software</li> </ul>	1, 2
ERR_KHAKI	-104	nicht benutzt	
HINTERGRUND_NICHT_GEFUNDEN	-105	Hintergrund nicht gefunden <ul style="list-style-type: none"> <li>Verstellung der Kamera</li> <li>Versagen der WIT-Software</li> </ul>	1, 2
ROERCHEN_NICHT_GEFUNDEN	-106	Serumblob nicht gefunden <ul style="list-style-type: none"> <li>leeres Röhrchen</li> <li>sehr helles Serum</li> <li>Versagen der WIT-Software</li> </ul>	4

ROERCHEN_ROI_NICHT_ERZEUGT	-107	Röhrchen-ROI wird nicht erzeugt • Versagen der WiT-Software	1
SERUM_NICHT_GEFUNDEN	-108	Keine vernünftige Regionen gefunden • schlechte Probe • Problem bei Region-Growing • Versagen der WiT-Software  Serum+Trennmittel zu klein • schlechte Probe • Barcode vorne	4
ZU_WENIG_SERUM	-109	nicht benutzt	5
AUFKLEBER_ROI_NICHT_ERZEUGT	-110	nicht benutzt	
AUFKLEBER_ROI_ZU_KLEIN	-111	nicht benutzt	
SERUM_OBERKANTE_NICHT_GEFUNDEN	-112	Seumoberkante nicht auswertbar • Versagen der WiT-Software	1
AUFKLEBER_UEBERLAPPT_ROI	-113	nicht benutzt	
R_SHADINGKORREKTUR	-114	Fehler bei der Shading-Korrektur • Config-bilder nicht vorhanden • Versagen der WiT-Software	1, 6
OBEREKANTE_ZU_NIEDRIG	-115	nicht benutzt	
SERUM_UNTERKANTE_NICHT_GEFUNDEN	-116	Unterkante nicht auswertbar • schräge Trennmittelschicht • ungerade gefundene Region	4
REGIONEN_NICHT_GEFUNDEN	-117	Fehler beim Region-Growing • Versagen der Software	1
FENSTER_ZU_SCHMAL	-118	Serumfenster zu schmal	5
ERR_KAPPE_ROI_NICHT_ERZEUGT	-119	Kappe-ROI wird nicht erzeugt • Versagen der WiT-Software • falsche Configdaten	1, 6
ERR_KAPPE_KANTEN_AUSWERTUNG	-120	Kappekanten nicht auswertbar • Versagen der WiT-Software • falsche Configdaten	1, 6
ERR_KAPPE_NASE_SUCHE	-121	Nasesuche hat nicht funktioniert • Versagen der WiT-Software	1
ERR_KAPPE_ROERCHENHOEHE	-122	Röhrchenhöhe nicht auswertbar • Versagen der WiT-Software	1
ERR_KAPPE_BREITE	-123	Kapbreite nicht auswertbar • Versagen der WiT-Software	1
ERR_TYP_NICHT_ERKANNT	-124	Kappentyp nicht identifizierbar • fremdes Röhrchen • Verstellung der Kamera	2
ERR_SERUM_SUCHE	-125	fehlerhafte Funktionen in Serumerkennung • Versagen der WiT-Software	1

## Schlüssel der Maßnahme

1. Rechner aus und wieder einschalten
2. check elektronische und mechanische Einstellungen der Kamera
3. check Anschlüsse und Kabel
4. der Ablauf sich fortfährt.
5. Drehung des Röhrchens
6. check Configdateien und Configdaten darin.

## 8. Veränderbare Werte

Zur Systemeinstellung wird ein Datensatz verwendet, der alle notwendigen, veränderbaren Werte für die Bildverarbeitung beinhaltet. Dieser Datensatz besteht aus zwei Versionen. Die erste Version beinhaltet die default-Werte der Bildverarbeitung. Diese wird mit QS I mitgeliefert. Die zweite Version beinhaltet die Kunden-Werte für die Bildverarbeitung. Beide sind auf der Festplatte gespeichert und werden je nach Einstellung im QNX-Rechner vor der ersten Messung vom BV-Programm geladen. Geändert werden diese Daten über eine Eingabemaske im Steuerungsrechner, der die gleichen Daten hat. Werden Daten geändert, wird der komplette Datensatz zum BV-Rechner übermittelt, der diesen, je nach Anforderung, neu abspeichert und übernimmt oder nur übernimmt. Zur Zeit ist nur ein Konfigurationsfile vorgesehen. Der Datensatz mit den veränderbaren Werten des Bildverarbeitungssystems beginnt mit dem String C (für Config). Alle Daten werden mit einem schrägen Strich (/) getrennt.

### 8.1. Kappenuntersuchung

Wichtige Parameter für die Berechnungen der Kappenuntersuchung und der Serumerkennung werden mittels Configdatenstrings ausgewertet.

#### Kappenconfigdaten.

Kappenconfigdaten enthält die Parameter für die Initialisierung der Kappenuntersuchung. Diese Parameter sind als ein String aus einer Text-Datei am Anfang des QS I – Programmes eingeladen. Die numerische Werte sind in dem String durch Strichen getrennt. Durch den Strichen werden die Werte vor der Funktion DatenumwandlungKappe entnommen, damit die Variablen der Kappenuntersuchung ausgewertet werden können. Die Lage eines Werts wird durch dem Zählen von links nach rechts identifiziert, der Wert oder Buchstaben vor dem ersten Strich die erste Lage hat.

Default -Configdaten für Kappenuntersuchung an 28.08.2001.

CK/324/310/724/515/1/60/392/60/1/90/392/90/1/120/392/120/1/150/392/150/160/0/160/200/280/0/280/  
200/75/20/20/1/50/1/50/170/250/3000/50/200/255/200/255/200/255/2000/15/190

Datenname	Lage	Verwendung	Verwendungsort	Art	Format
D – Buchstaben	1	Datenkennung			
KappeROI.xs	2	Bildausschnitt - Kappe X1	Kappenuntersuchung / Kappenkanten	S	0-768
KappeROI.y	3	Bildausschnitt - Kappe Y1	Kappenuntersuchung / Kappenkanten	K	0-576
KappeROI.xe	4	Bildausschnitt - Kappe X2	Kappenuntersuchung / Kappenkanten	K	0-768
KappeROI.ye	5	Bildausschnitt - Kappe Y2	Kappenuntersuchung / Kappenkanten	K	0-576
Kappelinieeins.xs	6	Messlinie 1, Kappenoberkante. X1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappelinieeins.y	7	Messlinie 1, Kappenoberkante. Y1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappelinieeins.xe	8	Messlinie 1, Kappenoberkante. X2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappelinieeins.ye	9	Messlinie 1, Kappenoberkante. Y2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappeliniezwei.xs	10	Messlinie 2, Kappenoberkante. X1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768

## **7.2. Die Behandlung der Fehler**

Der QNX-Rechner reagiert nach dem Fehlertyp auf den Fehler. Anhand der Fehlermeldung werden der QNX-Rechner dafür bestimmen ob eine Messung auf dem Röhrchen noch mal gemacht werden soll. Bei ernsthaften Fehler oder wiederholenden Fehler müssen QNX weitere Maßnahme unternehmen wie z.B die Darstellung einer Fehlermeldung so daß einer Techniker darüber informiert wird.



Kappeliniezwei.y	11	Messlinie 2, Kappenoberkante. Y1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappeliniezwei.xe	12	Messlinie 2, Kappenoberkante. X2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappeliniezwei.ye	13	Messlinie 2, Kappenoberkante. Y2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappeliniedrei.xs	14	Messlinie 3, Kappenoberkante. X1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappeliniedrei.y	15	Messlinie 3, Kappenoberkante. Y1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappeliniedrei.xe	16	Messlinie 3, Kappenoberkante. X2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappeliniedrei.ye	17	Messlinie 3, Kappenoberkante. Y2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappelinievier.xs	18	Messlinie 4, Kappenoberkante. X1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappelinievier.y	19	Messlinie 4, Kappenoberkante. Y1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappelinievier.xe	20	Messlinie 4, Kappenoberkante. X2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappelinievier.ye	21	Messlinie 4, Kappenoberkante. Y2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappeliniefuenf.xs	22	Messlinie 5, Kappenoberkante. X1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappeliniefuenf.y	23	Messlinie 5, Kappenoberkante. Y1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappeliniefuenf.xe	24	Messlinie 5, Kappenoberkante. X2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappeliniefuenf.ye	25	Messlinie 5, Kappenoberkante. Y2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappeliniesechs.xs	26	Messlinie 6, Kappenoberkante. X1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappeliniesechs.y	27	Messlinie 6, Kappenoberkante. Y1	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappeliniesechs.xe	28	Messlinie 6, Kappenoberkante. X2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-768
Kappeliniesechs.ye	29	Messlinie 6, Kappenoberkante. Y2	Kappenuntersuchung / Init_koord	K	0-576
Kappethreshkante	30	Binarisierungsschwelle init_koord low (hi=255)	Kappenuntersuchung / get_binares_bild	K	0-255
Kappemaxpos	31	Pos. Wert für max. Diff. für Nase	Kappenuntersuchung / nase_suche	K	5-40
Kappemaxneg	32	nicht verwendet		K	5-40
Kappethreshrotlow	33	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshgruenlow	35	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshblaulow	37	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshrothi	34	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshgruenhi	36	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshblauhi	38	nicht verwendet		K	0-255
Kappeminpixel	39	nicht verwendet		K	100- 10000
Kappebzaratio	40	nicht verwendet		S	0-100
Kappethreshrotlowsar	41	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshrothisar	42	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshblaulowsar	43	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshblauhisar	44	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshgruenlowsar	45	nicht verwendet		K	0-255
Kappethreshgruenhisar	46	nicht verwendet		K	0-255

Kappeminpixelsar	47	nicht verwendet		S	100-10000
Kappebvariationsar	48	nicht verwendet		S	0-100
Kappeschwelle	49	nicht verwendet		K	1-400

## 8.2. SerumErkennung

Serumconfigdaten enthält die Parameter für die Initialisierung der Serumerkennung. Diese Parameter sind als ein String aus einer Text-Datei am Anfang des QS I – Programmes eingeladen. Die numerischen Werte sind in dem String durch Strichen getrennt. Durch den Strichen werden die Werte von der Funktion Datenumwandlungserum entnommen, damit die Variablen der Serumerkennung ausgewertet werden können. Die Lage eines Werts wird durch den Zählen von links nach rechts identifiziert, der Wert oder Buchstaben vor dem ersten Strich die erste Lage hat. Zu dieser Zeit bei den Serumerkennungsvariablen sind nicht alle Werte, die im Serumconfigstring stehen, von QS I verwendet.

Configdaten für Serumerkennung an 22.03.2001.

CS/140/1/60/700/340/20/15/750/15/140/255/100/250/1/160/4000/30/170/20/85/600/85/50/1/1/1/200/30/0/390/230/170/170/110/255/110/255/170/255/200

Datenname	Lage	Verwendung		Art	Format
ID – Buchstaben	1	Datenkennung			
SerumkorrekturROIxlow	7	nicht verwendet		S	0-768
SerumkorrekturROIxhi	9	nicht verwendet		S	0-768
SerumkorrekturROIylow	8	nicht verwendet		S	0-576
SerumkorrekturROIyhi	10	nicht verwendet		S	0-576
Serumminpixel	17	nicht verwendet		S	100-10000
Serumbvarratio	18	nicht verwendet		S	0-100
Serumthreshfarbanalyse	19	Binärisierungsschwelle Farbauswertung lo (hi=255)	serumerkennung / _binaeres_bild_oberkante	S	0-255
Serumthreshlip	31	nicht verwendet		K	0-255
Serumthreshhaem	32	nicht verwendet		K	0-255
Serumthreshikt	33	nicht verwendet		K	0-255
Serumclotsminpixel	40	nicht verwendet		K	1-500

K: Daten, die vom Kunden je nach Anforderung geändert werden können.

## **9. Anhang**

### **9.1. Verzeichnisstruktur**

## 9.2. Struktogramme

## 9.3. Einstellbare Traces

Die Log-Datei kann auch zur Überprüfung der Funktionsweise der Software verwendet werden. Hierzu steht zwei Trace zur Verfügung. Diese Trace sind in verschiedene Ebenen unterteilt. Diese Ebenen sind Binär codiert, die jeweils ein und ausgeschaltet werden können. Es ist somit jede Kombination mit einem Wert auswählbar. Die zwei Traces heißen „trc1“ und „filehandle“ und sind von die ersten und zweiten übergebenen Parameter der Kommandolinie ausgewertet werden.

Die verschiedenen Ebenen in trc1 sind:

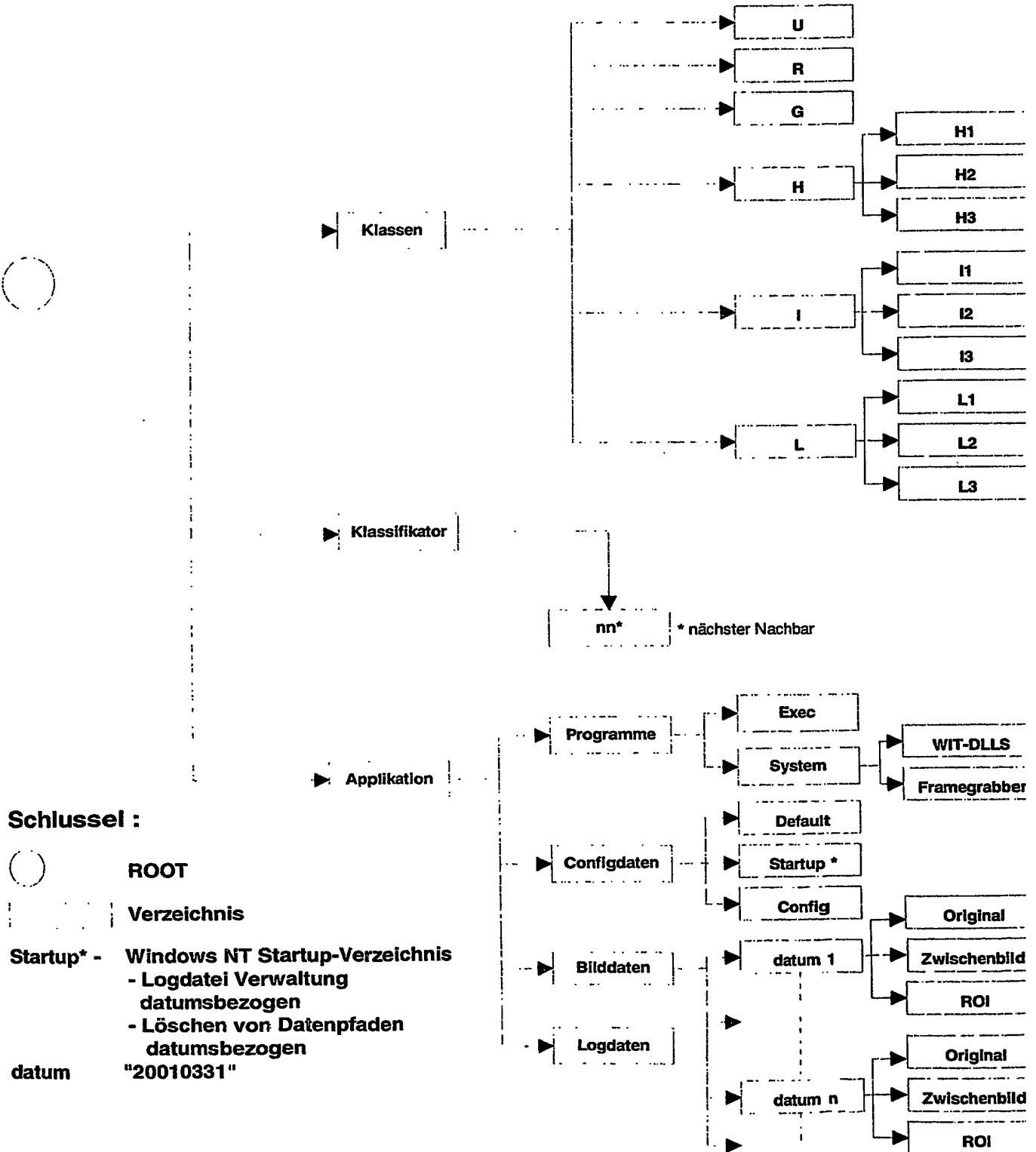
- 1:            Datensverkehr – Eingabe und Ausgabe
- 2:            Speichern des Serum-ROIs (.bmp)
- 4:            Speicherüberwachung
- 8:            Speichern der Testbildern
- 16:           Zeitverbrauch
- 32:           Kommentare zur besseren Orientierung in der Log-Datei
- 64:           Reihenfolge der aufgerufenen Funktionen
- 128:          Speichern der Zwischenbildern
- 256:          Bild zur Fenstergröße verändert (für Kappenbilder)
- 512:          wichtige Informationen werden im Logdatei ausgegeben, die in einer Funktion generiert werden. Dieses Trace wird auch bei der Überwachung an problematischen Stellen verwendet.
- 16384:       gespeicherte Bilder aus dem Ordner, der im Bild-holen( ) definiert ist, werden bearbeitet.

„filehandle“ schaltet die Ergebnisse der Bildverarbeitung ein und aus. Die verschiedenen Ebenen in filehandle sind:

k = Kappenuntersuchung  
s = Serumerkennung

- 1:            originales Bild
- 2:            graustufiges Bild (k)
- 4:            Schwelle-Bild (k)
- 8:            bearbeitetes binäres Bild (k)
- 16:           kanten (senkrecht) (k)
- 32:           kanten (waagrecht) (k)
- 64:           Graph (Kappenhöhe) (k)
- 128:          schriftliche Ergebnisse (k)
- 256:          Röhrchen-ROI (s)
- 512:          Kantelinien für die Suche Hintergrund und Röhrchen (s)
- 1024:        gefundene Kanten – Hintergrund und Röhrchen (s)
- 2048:        nicht benutzt
- 4096:        Serumsuche binäres Bild (s)
- 8192:        Serum-ROI (erschätzt) (s)
- 16384:       Serum – Blob (s)
- 32768:       Graph SerumBlob (Oberkante) (s)
- 65536:       Serum-ROI im Röhrchenbild
- 131072:      schriftliche Ergebnisse (s)
- 262144:      Bilder aus den Ergebnisse des Region-Growings (s)
- 524288:      Bilder der Unterkanteergebnisse (s)

## QS I - Verzeichnisstruktur



\\Pvt01\daten\PVT-Systeme\QS I\Systemspezifikation\verzeichnis\_struktur

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**